

МОЩНЫЕ ОПТОПАРЫ НА БАЗЕ ЛАМП

**Кирин И.Г., д-р техн. наук, профессор
Оренбургский государственный университет**

Оптопары широко используются в различных радиоэлектронных устройствах [1,2]. Например, резистивная оптопара, состоящая из источника света, фотопреобразователя и корпуса, между которыми имеется оптическая связь и обеспечена гальваническая развязка используется в аналоговых и цифровых электронных устройствах. В качестве фотопреобразователя в этих оптопарах используется фоторезистор или полупроводниковый резистор. Источником света в резистивной оптопаре может служить сверхминиатюрная лампочка накаливания. Эти устройства обладает низкой выходной мощностью из-за использования источника света с малой мощностью и фотопреобразователя, рассчитанного на преобразования светового излучения малой мощности и низкой электрической прочности из-за малого расстояния между источником света и фотопреобразователем.

Области использования оптопар могут быть значительно расширены если будет увеличена ее мощности и электрической прочности [5-8].

В составе такого рода оптопар могут быть использованы шаровые лампы, дуговые лампы, трубчатые лампы. Конструкции такого рода оптопар имеют особенности. Эти особенности вытекают из того, что лампы имеют широкую диаграмму направленности, что создает сложности в реализации конструкций оптопар обеспечивающих минимальные потери энергии и минимальные габариты. Для решения этой проблемы в состав оптопар включается оптическая система. Роль этой системы - обеспечить такую освещенность фотоэлементов оптопары, при которой достигается максимальное значение КПД фотоэлектрического преобразования излучения лампы, минимальные габариты и необходимая электрическая прочность между источником излучения и фотоэлементами оптопары [3,9]. В качестве оптических систем рассматриваемых оптопар могут быть использованы зеркально-линзовые системы, если в составе оптопары используется шаровые лампы. В том случае если используется дуговые лампы, то оптимальными являются оптические системы с параболическими зеркалами. В том случае если в составе рассматриваемых оптопар используются трубчатые лампы, то оптимальной является конструкция оптопары с коаксиальным расположением лампы и фотоэлементов [9].

Учитывая изложенные выше подходы, созданы высокоэффективные компактные оптопары с достаточно высокой электрической прочностью между лампой и значительной выходной мощностью [5,6,7]

На рис. 1. представлена оптопара с катадиоптрической линзой [5]. Оптопара содержит источник света в виде шаровой ксеноновой лампы 1, фотопреобразователь в виде батареи солнечных элементов 5 и корпус 4 в виде трубы из диэлектрического материала, на внешней боковой поверхности которого име-

ются распределители потенциала. В состав оптопыры входят сферическое зеркало 2 и линза с катадиоптрической насадкой 3.

Зеркало 2 и линза 3 с катадиоптрической насадкой расположены на одной оптической оси, совпадающей с осью корпуса 4, выполненного в виде трубы, в одном торце которого расположена линза 3 с катадиоптрической насадкой, а во втором торце батарея солнечных элементов 5, а лампа 1 расположена между сферическим зеркалом 2 и линзой 3 с катадиоптрической насадкой.

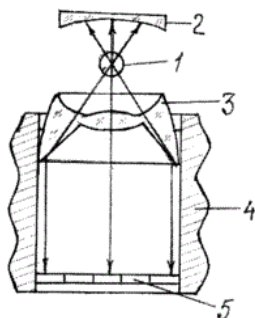


Рис.1. Оптопара с катадиоптрической линзой.

1-ксеноновую лампу, 2-зеркало, 3-линза с катадиоптрической насадкой, 4-корпус, 5-батарею солнечных элементов.

При отсутствии электрического тока через шаровую ксеноновую лампу 1 на выходе батареи солнечных элементов 5 отсутствует электрический ток. При прохождении электрического тока через шаровую ксеноновую лампу 1 оптическое излучение от нее поступает на батарею солнечных элементов 5. В батарее солнечных элементов 5 световое излучение преобразовывается в электрический ток и через выводы батареи солнечных элементов передается далее потребителю.

При мощности ксеноновой лампы 150 Вт, при КПД преобразовании излучения лампы солнечными элементами $\sim 70\%$ [8], мощность электрического тока на выходе оптопары может быть ~ 80 Вт с учетом потерь, возникающих при передаче оптического излучения от шаровой ксеноновой лампы к батарее солнечных элементов.

На рис. 2 показана оптопара с шаровой лампой [6].

Устройство содержит шаровую лампу 1, сферическую отражающую поверхность 2, линзу с эллипсоидальной поверхностью 3, корпус, выполненный в виде полого изолятора 4 с распределителями потенциалов 6, батарею солнечных элементов 5. Стрелками показан ход световых лучей.

При отсутствии напряжения на шаровой лампе 1 электрический ток на выходе батареи солнечных элементов 5 отсутствует. При поступлении напряжения на шаровую лампу 1 ее излучение, сконцентрированное сферическим зеркалом 2 и линзой с эллипсоидальной поверхностью 3, выходит из нее в виде квазипараллельного пучка, и, пройдя через корпус, выполненный в виде полого изолятора 4 с распределителями потенциалов 6, попадает на батарею солнечных элементов 5. В батарее солнечных элементов 5 световое излучение преоб-

разовывается в электрический ток и через выводы батареи солнечных элементов передается далее потребителю.

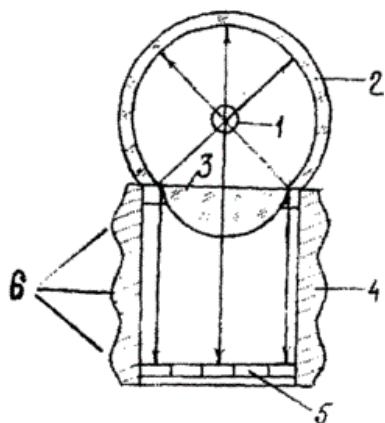


Рис. 2 Оптопара с шаровой лампой.

1-шаровую лампу, 2-сферическую отражающую поверхность, 3-линзу с эллипсоидальной поверхностью, 4-корпус выполненный в виде полого изолятора с распределителями потенциалов 6, 5-батарею солнечных элементов.

При практической реализации устройства, например при использовании в качестве источника излучения в составе оптопары шаровой ксеноновой лампы ДКсШ 200 мощностью 200 Вт, при КПД преобразования излучения лампы солнечными элементами $\sim 70\%$ [8], с учетом потерь, возникающих при передаче оптического излучения от шаровой ксеноновой лампы к батарее солнечных элементов, мощность электрического тока на выходе оптопары может быть ~ 160 Вт.

На рис. 3 показана оптопара с повышенной электрической прочностью [7]. Эта оптопара содержит шаровую ксеноновую лампу 1; сферический корпус 2; линзу 3; полый изолятор 4; сферическую зеркально отражающую поверхность 5; поворотное зеркало 6; цилиндрический корпус 7; батарею солнечных элементов 8. Оба корпуса 2 и 7 имеют отверстия в боковой поверхности в виде кругов и соединенных между собой с помощью полого изолятора 4. Шаровая ксеноновая лампа 1 расположена в центре сферического корпуса 2. В торце полого изолятора 4, обращенного к шаровой ксеноновой лампе 1, расположена линза 3. В одном торце цилиндрического корпуса 7 расположена сферическая отражающая поверхность 5, а во втором торце батарея солнечных элементов 8. Ось полого изолятора 4 совпадает с осями сферического корпуса 2 и шаровой ксеноновой лампы 1 и перпендикулярна оси цилиндрического корпуса 7, совпадающей с осями сферической отражающей поверхности 5 и батареи солнечных элементов 8, и на их пересечении расположено поворотное зеркало 6, обращенное к сферической зеркальной отражающей поверхности 5. Внутренние поверхности полого изолятора 4, обоих корпусов 2 и 7 имеют зеркальное покрытие, шаровая ксеноновая лампа 1, батарея солнечных элементов 8 оптически связаны между собой через линзу 3, поворотное зеркало 6 и сферическую отражающую поверхность 5. Стрелками показан ход световых лучей.

При отсутствии напряжения на шаровой ксеноновой лампе 1 электрический ток на выходе батареи солнечных элементов 8 отсутствует. При поступлении электрического тока на шаровую ксеноновую лампу 1 оптическое излучение от нее поступает на батарею фотоэлементов 8. В батарее солнечных элементов 8 световое излучение преобразовывается в электрический ток и через выводы батареи солнечных элементов передается далее потребителю.

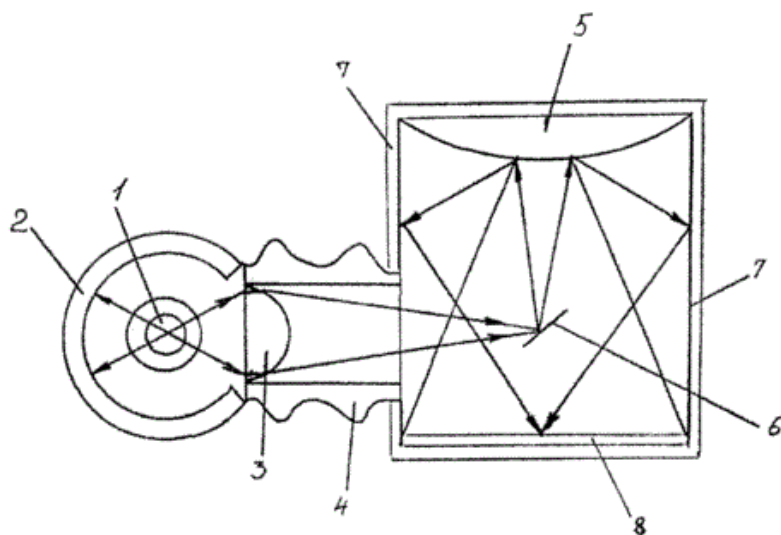


Рис. 3 Оптопара с повышенной электрической прочностью.

1-шаровую ксеноновую лампу; 2-сферический корпус; 3-линзу; 4-полый изолятор; 5-сферическую зеркально отражающую поверхность; 6-поворотное зеркало; 7-цилиндрический корпус; 8-батарею солнечных элементов.

Оптопара обладает высокой электрической прочностью благодаря ее конструкции в которой увеличивается расстояние между источником излучения, в качестве которого используется шаровая ксеноновая лампа 1, и ее фотопреобразователем, в качестве которого используется батарея солнечных элементов 8.

При мощности шаровой ксеноновой лампы 150 Вт, при КПД преобразовании излучения лампы солнечными элементами $\sim 70\%$ [8], мощность электрического тока на выходе оптопара может ~ 90 Вт с учетом потерь, возникающих при передаче оптического излучения от шаровой ксеноновой лампы к батарее солнечных элементов.

В составе рассмотренных выше оптопар в качестве солнечных элементов, прежде всего, могут быть использованы многослойные структуры, обеспечивающие каскадное преобразование оптического излучения [2, 3, 8, 9]. Для этих целей могут быть использованы трех- и четырехкомпонентные соединения элементов III и V групп периодической системы. Кроме того, могут быть использованы гетероструктуры с вариозной базой, когда на выходе создается широкозонное окно, соответствующее максимальной ширине спектра преобразовываемого излучения, а база имеет переменное по глубине значение ε_g (благодаря плавному изменению состава, уменьшающегося по мере углубления). Такие структуры можно получить, используя двойные, тройные и четвертные

соединения на базе компонент, входящих в состав $GaAs$. Таким образом, по сравнению с прототипом заявленная оптопара обладает более высокой выходной мощностью и более высокой электрической прочностью.

Список литературы

1. Иванов В.И. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник / В.И. Иванов, А.И. Аксенов, А.М. Юшин - 2-е изд. перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1989. - 448 с.
2. Кирин И.Г. Фотозлектронные трансформаторы: монография / И.Г. Кирин – Москва.: Университетская книга, 2013. - 136 с.
3. Kirin I. G. Photovoltaic transformers for capture //Электричество. -1994. - N7. - С. 30-35.
4. Кирин И.Г. Электрические изоляторы со световодам / И.Г. Кирин – Москва: Энергоатомиздат, 1994. – 32с.
5. Патент 2627565 Российской Федерации. Оптопара с катадиооптической линзой. / Кирин И.Г.; заявл 11.07.16; опубл. 08.08.17, Бюл N22.
6. Патент 2618964 Российской Федерации. Оптопара с шаровой лампой / Кирин И.Г.; заявл 10.03.16; опубл. 11.05.17, Бюл N 14.
7. Патент 2633934 Российской Федерации. Оптопара / Кирин И.Г.; заявл 11.07.16; опубл. 19.10.17, Бюл N29.
8. Кирин И.Г. Потери энергии в источниках вторичного электропитания с системами гальванической развязки «Источник оптического излучения - фотозлектрический преобразователь» / И.Г Кирин. // Интеллект. Инновации. Инвестиции. - 2014. - N 4. - С. 153-157.
9. И.Г. Оптопары на базе ламп для фотозлектронных трансформаторов /Кирин И.Г. // Инновационные технологии и стратегии развития промышленности: сборник статей Международной научно-практической конференции (12 октября 2017г., г. Оренбург).- Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017.-141 с., С.47-48.